

PBL授業の取り組みと授業改善

著者	内野 泰伸, 亀谷 恭子, 六人部 隆夫, 近藤 雄基, 吉田 一郎, 相原 建人, 平野 元久
出版者	法政大学理工学部・生命科学部
雑誌名	法政大学理系学部研究集報
巻	55
ページ	79-85
発行年	2019-04
URL	http://doi.org/10.15002/00022712

PBL 授業の取り組みと授業改善

内野 泰伸[†], 亀谷 恭子, 六人部 隆夫, 近藤 雄基, 吉田 一朗, 相原 建人, 平野 元久

法政大学理工学部機械工学科

概要

本報告では機械工学科 PBL 授業を紹介するとともに、工学分野の他大学における PBL 関連の授業との調査し比較検討を行った結果を報告する。また、授業改善への取り組みとして自由記述式感想文の計量テキスト分析を行い、分析結果から教育効果の定量的な測定や PBL 授業改善に必要な項目の抽出を試みた結果を報告する。

1. はじめに

教育界では主体性を育む授業が求められている。これまでの学部教育では教員と学生との対面授業を通して、限られた時間・期間内に幅広い分野の内容を効率良く教育することに主眼が置かれてきた。かつて、ひとにぎりの学生が大学で学んでいた時代には、このような集団講義による知識伝達は国策として効率的であった。近年、大学教育にも質的転換が求められている。平成 24 年度 (2012 年度) に中央教育審議会大学分科会大学教育部会の審議まとめ「予測困難な時代において生涯学び続け主体的に考える力を育成する大学へ」が公表された [1]。その資料には「学士過程教育の質的転換」を求める記述があり、質の高い学士課程教育の記述がある。曰く、「教員と学生とが意思疎通を図りつつ、学生同士が切磋琢磨し、相互に刺激を与えながら知的に成長する課題解決型の能動的学修 (アクティブ・ラーニング) によって、学生の思考力や表現力を引き出し、その知性を鍛える双方向の講義、演習、実験、実習・実技等の授業を中心とする教育が質の高い学士課程教育である。」中央教育審議会答申 (2016 年 12 月) では、初等中等教育においても「探求」の過程を通じた学習活動を行うよう指導の改善を図る必要があると提言されている [2]。課題解決型の学習として PBL (Project/Problem Based Learning) を取り入れた高大接続カリキュラムの在り方に関する教育研究の報告もある [3]。専門基礎教育の強化を目的として、課題の発見・解決能力や課題設定能力などの展開力・適応力の醸成に必要な教育手法として、インターンシップや PBL 授業の導入が求められている [4]。本来、大学教育は知識の獲得に加えて、学問の成り立ちや学問間の関連性を俯瞰して理解させ、課題解決に自主的・自立的に立ち向かえる人材育成を目指すべきである。日本学術会議の取り組みの一つとして、機械工学分野教育質保証のためのカリキュラム編成参照基準が提案されている [5]。

2017 年度より本学機械工学科の PBL 授業では、教職員からなる PBL ワーキンググループ (PBL-WG) を立ち上げ、機械工学専修の 13 研究室に配属された 3 年生が共通の課題に取り組むこととした。各研究室代表のリーダー学生 13 人と PBL-WG メンバー 7 人を構成員とする「リーダー会議」において課題の設定や評価法を議論して決定し、学科は授業の成果を評価するコ

ンテストを最終回の授業で主催した。本 PBL の授業目標の達成度評価を目的として、全受講学生に自由記述式の授業体験感想文 (400 字) の提出を課した。

本報告では、2017 年度と 2018 年度に本学機械工学科で実施した PBL 授業の取り組みを紹介する。また、理工系学部の PBL 関連授業の取り組みを調査し、本学科の取り組みとの比較検討を行った。筆者らはこれまでに PBL 授業目標の達成度評価や受講学生の特徴抽出を目的として授業体験感想文の計量テキスト分析[‡]の有効性と可能性を議論した [6]。本報告では、次年度以降の PBL 授業の教育効果改善を念頭におき、前報 [6] の分析方法としてのコーディングルールを改良したクロス集計等の計量テキスト分析の検討結果を議論する。

2. 理工系学部における PBL 授業の実施状況

理工系分野における人材育成の在り方に関する調査研究報告 [7] によれば、PBL を実施している大学の割合は、学部で 70%、修士で 29% であり、特に学部では必修科目としての割合が多く (69%)、開講時期は比較的早期である (“1 年次から” が 43%)。この早期実施割合の高さはフレッシュマンズセミナーなどの初年次導入科目としての実施が多いためと考えられ、本調査研究では専門教育科目としての PBL 実施に向けて課題が残ると指摘されている [7]。

表 1 は、理工学系学部における PBL 実施状況をに示す。開講時期については、正規授業として 1 年次での実施が総じて多い。1 年次での PBL 実施後、希望者に対し継続して学びの場を提供している東洋大学 [8] の例もあり、学習の動機づけを授業のねらいの 1 つとしている。また、1 年次～3 年次にかけて PBL を実施している国士舘大学は、学びの振り返りや繰り返しによって教育効果の向上を図るとしている [10]。この他、正規授業とは別に学生が主体的に運営するコンテスト開催を実施している日本工業大学 [11] 等の試みがある。

PBL 授業の実施方法については、

- ① 基礎教養部門の教員を含めた総勢 11 名の教員が、1 チーム 4～5 名の学生を担当し、ロボット製作・マイクロ加工演習、およびプレゼンテーションを行う取り組み (工学院大学 [9])

[†]現所属: 関東学院大学理工学部

[‡]文字列を対象としたデータマイニング (価値情報抽出)。文章のテキストデータを単語や文節で区切り、出現頻度や共出現の相関、出現傾向等の解析により有用な情報を抽出するテキストデータの解析的分析方法。

- ② 0～70 名の学生を教員 2 名と TA 学生 2 名で担当し、学生は 2～3 名のチームを組み、決められた材料だけを使ってゴム動力車を製作する取り組み（東洋大学 [8]）
- ③ 年次の PBL 学生を各研究室に配属させ専門的なテーマについて各研究室で実施する取り組み（国士館大学 [10]）

等があり、いずれの取り組みにおいても少人数学生を対象とした課題解決型の教育が行われている。

教育効果の測定方法として、アンケートによる 5 段階評価法と自由記述を用いる例（工学院大学 [9]）、授業評価アンケートから主に評価する例（国士館大学 [10]）がある。教育効果の評価として、授業評価・自己評価等で高評価を得たとする報告（工学院大学 [9]）や、理解度アンケートの分析からおおよそ半数の学生が理解できたとの報告（国士館大学 [10]）があり、多くの大学において PBL 授業の教育効果は良好とされた。

3. 機械工学科の PBL 授業目標と授業計画

本学機械工学科は、現行カリキュラムの PBL 授業を活用し、「自己学習を習慣化する」ことを念頭に、以下に示す (1)～(3) を PBL 授業目標として掲げ、2017 年度より、「自動車等移動体の設計・製作」の課題研究を、学科 3 年生受講者約 100 名を対象とし、機械専修全専任教員を担当教員として実施してきた。

- (1) モノ作り体験
⇒ 卒業研究・研究開発のミニ・プレ体験
- (2) グループワーク体験
⇒ 協働学習・アクティブラーニングの実践
- (3) 考える力・企画力の育成
⇒ 自立思考の育成・知識の実践

チーム編成については、春学期末に研究室配属された 3 年生メンバー 7～10 名からなる研究室 PBL チームとした。各チームには 2 名の TA を配置し、13 名の専任教員と 4 名の教務職員が各研究室チームを助言・指導する体制をとった。

表 2 は本学科 PBL の実施概要を示す。2017 年度と 2018 年度の受講者総数はそれぞれ 132 名と 96 名であった。2017 年度統一テーマは「乾電池プロジェクトー人が乗って走る自動車を作るー」とした。2018 年度の学科統一テーマは、「いろいろなエネルギー源で走る自動車開発プロジェクト」とした。週 2 コマ計 24 コマ (14 週) の授業時間枠の中で、各チームが主体的に企画、機械設計・試作・製作、実験、改良、設計・製作の開発工程を進められるよう授業運営につとめた。主な運営施策は以下の①～③である。

- ① 各チーム学生代表者 1 名と PBL-WG からなるチームリーダー会議を編成し、安全な設計・作業の確認、進捗状況報告プレゼン実施方法の指導、競技会ルール・競技会順位付け方法の決定等の運営全般について、学生・教員が相談して決定した。
- ② 各チームの進捗の把握・助言を目的として、授業期間に適宜計 3 回の進捗状況報告全体授業を実施した。教務職員による「よろず相談室」設置した。

表 1 理工学分野における PBL 実施状況

大学	実施学期	科目名	概要
工学院大	1 年前期	機械システム基礎演習	ロボット製作およびマイクロ加工演習およびプレゼンテーション
	1 年後期	メカトロニクス基礎演習	機械をうごかすことに関する基礎を学ぶ
東洋大	1 年前期	機械工学序論	決められた材料だけを使ってゴム動力車を製作する。
	1～3 年希望者	人が乗れるゴム動力車	正課内プロジェクトを発展させ学ぶ動機を継続させることを目的とする。
国士館大	1 年	ものづくり基礎 AB	企画、設計、製図、試作、評価の一連のモノづくりプロジェクトを進める
	2 年	機械設計製作プロジェクト AB	
	3 年	機械設計プロジェクト C	
日本工大	—	3D-CAD プロダクトデザインコンテスト	学生が運営する

- ③ 最終週の第 14 回全体講義では、成果発表と製作した自動車の「デモ走行会」をマルチメディアホールで実施した。成績評価の一項目として掲げた開発車の達成度ランキング評価に学生・TA・教員が参加した。

表 2 法政大学機械工学科 PBL 実施概要

	2017 年度	2018 年度
レギュレーション	単 1 電池 4 個以内を使用	各チームで動力発生のためエネルギー変換方式アイデアを提案し、実現のための機構の設計・製作を実行する
	人が乗って移動できること	人が乗って移動できること
	部品・素材から組立て製作すること	車体が軽いこと
	安全を十分に確保すること	部品・素材から組立て製作すること
	—	安全を十分に確保すること
デモ走行会評価基準	4m の走行タイムが小さいこと（早く完走する）	4m のタイムトライアルと予測タイムとの誤差が小さいこと
	—	エネルギー変換と機械設計の独創性
	—	軽量性
	—	デザイン性

成績の総合評価については、法政大学教育開発支援機構 FD 推進センター作成の「ゼミ等活動を対象とした学生向けループリック」を機械工学分野にアレンジして学生に事前に提示し活用した。本授業の教育効果のねらいとして、学生に備えて欲しい基盤能力 (100 %) を項目別に表 3 に示す。ここで、上記 () 内の数字は学生が備えるべき基盤能力 100% の内訳を示す。教育効果を計る方法の 1 つとして受講学生全員にコンテスト終了後自由記載の「授業体験感想文」の作成を実施した。受講者には以下の①～⑤を成績評価項目として提示した。

- ① グループワーク記録

- ② 全体授業プレゼンテーション達成度
- ③ 機械設計の達成度・オリジナリティ(車体の軽量化と工業デザイン性)
- ④ タイムトライアル(申告値と実測値の差) 競技会とポスター発表
- ⑤ 授業体験感想文(受講者全員)

以上述べた本研究の目的と実施方法をまとめる。本研究の目的は、機械工学科学部生に対して表 3 に示し

た基盤能力育成に有効な PBL 授業の実施方法を開発するための有効な改善方法を得ることである。このために、自由記述式授業体験感想文の計量テキスト分析を実施し、授業評価・取り組み姿勢の自己点検・授業への要望等を調査・分析する。調査・分析結果から、理工学における問題企画・解決能力を備えることの重要性を受講生に気づかせ、技術者・研究者の基盤能力を備えるための「自立学習の習慣化」を促す授業の工夫について考察する。

表 3 学部生に求める技術者・研究者の基盤能力と教育目標

3つの力	考える力 (総合力, 判断力)			伝える力 (コミュニケーション力)			進める力 (自立力, 行動力)			—
9つの要素	課題 発見力	創造的 思考力	論理的 思考力	発信力	傾聴力	状況 把握力	実行力	計画力	管理力	
学部レベル [§]	10%	20%	15%	12%	8%	5%	15%	7%	8%	計 100%

4. PBL 実施結果

2017 年度および 2018 年度の学科としての共通課題である自動車の開発およびデモ走行会の結果をまとめる。

4.1 2017 年度 PBL 実施結果

2017 年度統一テーマを「乾電池プロジェクト—人が乗って走る自動車を作る—」とした。単 1 電池 4 個以内を使用し人が乗って移動できる自動車製作が研究課題となる。製作費を 1 研究室チームあたり 5 万円とした。教員から減速機の有用性を紹介したこともあってか、すべてのチームが電気モータと歯車から構成する減速機を駆動系とする車体構造となった。製作車の例を図 1 に示す。3 輪駆動車や 4 輪駆動車が多数検討された。この中で、セグウェイを模した立ち乗り二輪車(図 1(a))や機関車のように牽引車が客車を駆動するアイデアのように特徴的な設計も提案された。早く走ることを競うタイムトライアル(走行距離: 4m)をコンテスト形式で最終回授業に実施した。主な結果として、13 研究室チーム中、12 チームが完走し、完走車の中で 1 チームは制限時間(5 分)オーバーとなった。

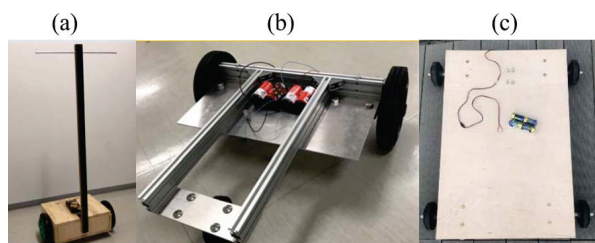


図 1 2017 年度の開発車製作例

4.2 2018 年度 PBL 実施結果

2 年目の 2018 年度では統一テーマの難易度を上げ、エネルギー変換方式について独創性・独自性を発揮できるように、統一テーマを「いろいろなエネルギー源で走る自動車開発プロジェクト」とした。これに合わせてデモ走行会の成績評価方法も変更した。タイムトライアルの評価基準として、予測タイムと当日計測タイムの差が少ないほど上位とする順位付けルールとした。これに加えて、エネルギー変換と機械設計の独創性(教員評価)、工業デザイン性(教員と学生による共同評価)、軽量性(質量の実測値)を評価し、総合評価によって研究室チームの順位付けを行った。

レギュレーション(製作ルール)も変更し、使用電力制限を 12V, 5A 程度に昨年度に比べて引き上げたところ、アイデア・設計が多様になった。図 2 は 2018 年度の開発車体の一例を示す。図 2(b)の「ホバークラフト方式(空気圧力で車体を浮上させる)」や、図 2(a)の「羽根車に気体を吹き付けるタイプ」、ゴムの復元力活用方式など、独創的な設計が多く提案され、デモ走行会では興味深い製作車の走行の様子を観覧できた。タイムトライアルの結果としては、13 研究室チーム中 12 チームが完走した。完走車中 1 チームは人を乗せることはできなかった。

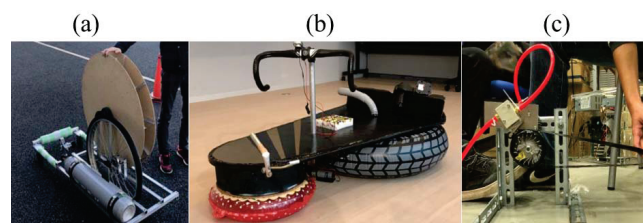


図 2 2018 年度の開発車製作例

[§]大学院レベルについては別途設定する。

表4 コーディングルール

3つの力	9つの要素	語									
①考える力	㊸課題発見力	時間	知識	問題	解決	開発	計算	課題	結果	アイデア	改善
	㊹創造的思考力	意見	設計	解決	開発	課題	結果	アイデア	改善		
	㊺論理的思考力	時間	知識	問題	設計	開発	計算	課題	結果	アイデア	改善
②伝える力	㊻発信力	意見	グループ	メンバー	チーム	仲間	発表	言う			
	㊼傾聴力	意見	グループ	メンバー	チーム	仲間	発表				
	㊽状況把握力	時間	グループ	達成	問題	目標	協力				
③進める力	㊾実行力	作業	解決	製作	開発	完成	協力	結果	取り組む	リーダー	
	㊿計画力	時間	達成	設計	目標	解決	完成	取り組む	リーダー		
	①管理力	時間	達成	設計	目標	解決	完成	協力	取り組む	リーダー	

表5 コーディング結果

—	①考える力 (総合力・判断力)			②伝える力 (コミュニケーション力)			③進める力 (自立力・行動力)			—
年度	㊸課題 発見力	㊹創造的 思考力	㊺論理的 思考力	㊻発信力	㊼傾聴力	㊽状況 把握力	㊾実行力	㊿計画力	①管理力	ケース数
2017	311 (27.92 %)	251 (22.53 %)	354 (31.78 %)	178 (15.98 %)	160 (14.36 %)	189 (16.97 %)	306 (27.47 %)	207 (18.58 %)	234 (21.10 %)	1114
2018	253 (32.35 %)	203 (25.96 %)	266 (34.02 %)	172 (21.99 %)	160 (20.46 %)	164 (20.97 %)	208 (26.60 %)	167 (21.36 %)	181 (23.15 %)	782
合計	564 (29.75 %)	454 (23.95 %)	620 (32.70 %)	350 (18.46 %)	320 (16.88 %)	353 (18.62 %)	514 (27.11 %)	374 (19.73 %)	415 (21.89 %)	1896
カイ 2 乗値	4.116*	2.779	0.946	10.653**	11.748**	4.606*	0.135	2.061	1.109	—

5. 計量テキスト分析による授業改善の取り組み

前報では、授業体験感想文の計量テキスト分析がPBLチームや受講学生の取り組み姿勢の特徴抽出に有効である可能性を指摘した[6]。本報告では、前報[6]で課題としたコーディングルールの改善を図り、クロス集計を行った結果を示す。また、前報の検討ではリーダー学生と全受講学生のそれぞれのグループの感想文に対してテキスト分析を実施したところ、リーダー学生について、PBL授業目標に照らした教育効果がより大きく現れる可能性を示した。そこで、本報告ではリーダー学生の感想文データに対して「リーダー」という語を含む文章を抜き出し調査したところ、リーダー学生の感想文データには、「リーダーとして皆を引っ張る立場で活動した」、「リーダーという立場になり集団をまとめて…」など積極性を示す文章が多く抽出された。これに対し、リーダーではない一般の受講生グループの一部の感想文には、「自分は作業量が少なかった」や「自分に比べてリーダーの作業量は圧倒的に多かった」などPBL活動には消極性を示す文章が散見された。以上のことから、リーダー学生を「積極性を示す学生」として位置づけ、リーダー学生と全受講学生の感想文を

対比させて分析を行った。具体的には、リーダー学生グループと全受講生グループの感想文データセットに対して、クロス集計と対応分析を行った。

5.1 計量テキスト分析方法

テキストマイニングソフトウェアとして、フリーウェアであるKH Coder Windows版パッケージ（使用バージョン: 3.Alpha.15g [Perl 5.14.2, Perl/Tk804.03]）[12, 14]を用いた。テキストマイニングの対象データとして、2017年度と2018年度のPBL授業で実施した自由記述式感想文をデジタル化[6]したテキストデータを用いた。デジタルデータ化については、手書き文字を読み上げた音声、アプリケーションソフトSpeechnotes[13]を用いてテキストデータに変換して分析対象とする電子ファイルを作成した。2017年度については、感想文提出数は90(受講者数: 96名, 提出率: 93.8%), 感想文平均文字数は500.2字、標準偏差値は105.9字であった。2018年度については、感想文提出数は128(受講者数: 132名, 提出率: 97.0%), 感想文平均文字数は468.3字、標準偏差値は119.3字であった。

表6 リーダー学生の特徴抽出

—	①考える力 (総合力・判断力)			②伝える力 (コミュニケーション力)			③進める力 (自立力・行動力)		
年度	㊸課題 発見力	㊹創造的 思考力	㊺論理的 思考力	㊻発信力	㊼傾聴力	㊽状況 把握力	㊾実行力	㊿計画力	①管理力
全学生	32.35%	25.96%	34.02%	21.99%	20.46%	20.97%	26.60%	21.36%	23.15%
リーダー学生	31.13%	32.08%	33.96%	24.53%	23.58%	16.98%	34.91%	28.30%	28.30%

めた語の出現率が、①考える力(総合力・判断力)の要素である④課題発見力・⑤創造的思考力・⑥論理的思考力、②伝える力(コミュニケーション力)の要素である④発信力・⑥傾聴力・④状況把握力、そして③進める力(自立力・行動力)の要素である④計画力・①管理力の項目について増加した。この増加の原因として、表 2 で示したように、2018 年度 PBL 授業では、2017 年度授業に比べて課題設定の自由度を増したため、学生自身が状況に迫られて企画設計・機械機構設計の工程段階で学生が自ら自立的・自発的に取り組みを強化したことの表れと考えられる。一方、③進める力(④実行力)の要素項目が減少したことについては、課題自由度の増加に起因してより困難な課題に挑戦して進捗が停滞したことなどが要因と考えている。

5.3 リーダー学生の特徴抽出

対面授業の教室とは異なる、自立的・自発的学習が求められる環境に置かれることにより、積極性を示す学生グループと消極的姿勢に至ってしまう学生グループが 2 極化的に現れる傾向が本 PBL 授業のリーダー会議(教員代表とリーダー学生で構成)で報告されてきた。リーダー学生の特徴抽出を評価することを目的として 2018 年度授業のリーダー学生の授業体験感想文だけを対象としてクロス集計を行いその結果を表 6 に示す。表 6 から以下のことが考察される。①考える力(総合力・判断力)の要素である⑥創造的思考力、②伝える力(コミュニケーション力)の要素である④発信力・⑥傾聴力、そして、③進める力(自立力・行動力)の要素である④計画力・①管理力の項目が増加する傾向が認められた。この結果の要因の考察を試みる。

リーダー学生は PBL チームをまとめる責任感を感じ、③進める力(自立力・行動力)を強く意識したことにより、リーダー学生に対して「進める力」の教育効果が表れたと考えられる。感想文のテキストマイニングの一つの分析として、「リーダー」という語を含む文章を抽出したところ、リーダー学生の感想文データについては、例えば、「リーダーとして皆を引っ張る立場で活動しました」や、「リーダーとして何とかして走らせなければならぬ」という思いが強く、や、さらに「リーダーの立場になり集団をまとめて…」などの、リーダーシップに積極的に意欲を示す文章が認められた。このことから、リーダー学生グループと積極性を示す学生グループとの相関は大きいと考えている。実際、リーダー学生はリーダー会議等で教員と議論する機会を多く持つので、自然にリーダー学生は積極性を示す学生グループを形成したと考えられる。

一方、①考える力(総合力・総合力・総合力・判断力)の要素である④課題発見力と⑥論理的思考力については、リーダー学生の感想文データに関してそれらの④課題発見力と⑥論理的思考力に関わる語の出現頻度が減少した。また、同じリーダー学生の感想文データに対して②伝える力(コミュニケーション力)の要素である④状況把握力に関わる語の出現頻度は大きく減少した。これらの分析結果から、分析方法の改善の必要性を気づかされ、具体的には表 4 に示した学生に求める基盤的能力を反映する「語」の選定の改善が必要と考えている。本報告では、当初、②伝える力(コミュニ

ケーション力)の④状況把握力に対して「時間」と「問題」という語を採用したが、リーダー学生に求められる意識としては、メンバー間の意思疎通に対する注意力と考えられるので、②伝える力(コミュニケーション力)の④状況把握力を反映するより適切な語としては、「メンバー」・「チーム」という語が挙げられると考えている。

2018 年度 PBL 授業の全受講生とリーダー学生それぞれの感想文データを比較してテキスト分析した。図 3 は全受講生を対象とした対応分析、図 4 はリーダー学生を対象とした対応分析を示す。図 3 と図 4 では総合成績として順位付けした各研究室チームの感想文データを分析対象とした。対応分析には、原点付近に特徴をもたない語、すなわち多くの学生が用いる語が集まり、原点から離れるほど特徴的かつ個性的な語が現れる。全受講生データとリーダー学生のデータを比較する。図 3 の全受講生の対応分析では、分析された「語」は原点付近から遠い領域に至る全領域に渡って分布している。これに対し、図 4 のリーダー学生のデータについては、分析された「語」は原点付近に集まらず、原点から遠い領域に分布する傾向が認められる。これらの対応分析の比較から、リーダーの役割を担った学生については、リーダー経験を通してリーダー学生の個性が PBL 授業で発揮されたことが期待される。PBL 授業の実施によって、主体性を育む授業目標に対する教育効果は、リーダー学生などの意欲的・積極的な学生に対してより効果的に現れたと考えている。

一方、PBL に消極的な学生に対して積極性を持たせる手法の開発も重要課題である。まず、消極的な学生グループの抽出を目的としてクラスター分析を行った。クラスター分析は特徴の似たデータを同一グループに分類する方法であり、KH Coder では 1000 語あたりの出現頻度を用いている。クラスター分析の結果、2 つの消極性グループが現れ、グループ内の文章例には以下に示す消極的意見が認められた。一つのクラスターでは、「初めはメンバー間での発言もごちなく感じた中、今回の自動車プロジェクトの体験を通じ自身の知識不足を痛感した。何をやらされるのか身構えてしまった」や、「目標の人を乗せるという大前提の課題を達成できなかった」の文章が認められた。もう一つのクラスターでは、「PBL の講義にとっても不安感があった」、「ゼロから物を作ることはとても難しい」、「単純な設計と思えてもうまくいかず、作業が止まってしまうことも多かった。人の数だけ意見があって、それらをまとめて一つにするのは簡単なようで難しい」などの意見・感想があった。PBL 活動に消極的な学生に積極性を芽生えさせる方策の一つとして、従来の各研究室 1 チームの原則を廃止し、少人数のサブグループを活動の基本単位とすることも認め、メンバー学生の役割を明確化し各学生の参加機会を増すようなグループ運営を試みる。消極性学生に対するテキストマイニングでは、例えば消極性を示す文章を抽出しその文章に高頻度で現れる語の出現の表れ方、すなわち、文脈上の前後関係をも考慮したベイズ学習による分類・分析を検討課題とする。さらに、受講学生の取り組み姿勢の詳細な分析方法として、授業期間中に例えば授業開始後の初期、中間期、最終回における感想文テキストマイニングから読み取れる、取り組み姿勢の時系列変化の評価や、感想文に

は現れない意見集約法として、適切な学生グループを対象とした教員 WG によるグループインタビューも試みる価値があると考えている。

6. 結論

本論文では、機械工学科学部生に求める基盤能力育成（表 3）に有効な PBL 授業の実施方法を開発することを目的として、2017 年度と 2018 年度の PBL 授業と得られた授業感想文の計量テキスト分析を実施し以下の結論を得た。

PBL 授業調査として、本学機械工学科と他大学の理工系学部の PBL 関連授業とを比較検討し以下の調査結果を得た。

- (1) 他大学の PBL 開講時期については 1 年次開始の事例が多く、他大学では初年次学習の動機づけを授業目標の一つとしている。これに対し、本学機械工学科ではモノづくり体験やグループワーク体験・企画力育成を授業目標としており、3 年次専門科目との関連性を重視した PBL テーマを設定している。
- (2) 多くの大学の PBL 授業では、少人数学生を対象とした課題解決型の教育が行われている。授業総括では PBL 授業の教育効果はおおむね良好とされている。

本論文では、PBL 授業受講生の自由記述式授業体験感想文データに対して計量テキスト分析を実施し、教育効果の定量測定と PBL 授業改善に必要な課題抽出を試みた。結論を以下にまとめる。

- (3) 感想文データの対応分析により、成績優秀 PBL 研究室チームや、取り組みに独自性・独創性が認められた PBL チームには、平均的な取り組みに留まった PBL チームとは異なる特徴が現れ、明瞭に独自性取り組みの傾向が対応分析に現れた。
- (4) 2017 年度と 2018 年度の感想文データのクロス集計分析の比較から、2018 年度の課題設定では全研究室 PBL チームに対する画一的な制約を少なくし、受講学生による企画・立案の自由度を増したことにより、2018 年度では 2017 年度に比して学生の自主的取り組みが促進される効果が認められた。
- (5) 以上の知見と 2 年度のに渡る PBL 授業運営の実績を基に、来年度の PBL 授業改善案として以下のようにまとめる。
 - (a) 学生の自立学習を促進するために、課題設定の自由度をより広くする。
 - (b) PBL 活動に消極的な学生に積極性を芽生えさせる方策の一つとして、従来の各研究室 1 チームの原則を廃止し、少人数のサブグループを活動の基本単位とすることも認め、メンバー学生の役割を明確化し各学生の参加機会を増すグループ運営を試みる。
 - (c) 消極性学生に対するテキストマイニングでは、例えば消極性を示す文章を抽出しその文

章に高頻度で現れる語の出現の現れ方、すなわち、文脈上の前後関係をも考慮したベイズ学習による分類・分析を検討課題とする。さらに、受講学生の取り組み姿勢の詳細な分析方法として、授業期間中に例えば授業開始後の初期、中間期、最終回における感想文データのテキストマイニングによる授業に向かう姿勢の時系列変化の評価や、感想文には現れない意見集約法として、特定学生を対象とした教員 WG によるグループインタビューも試みる価値があると考えている。

参考文献

- [1] 中央教育審議会「学士課程教育の構築に向けて（審議会まとめ）」平成 24 年 3 月 26 日 中央審議会大学分科会大学教育部会（2012）。
- [2] 中央教育審議会答申（2016）「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」。
- [3] 石川真理代，問題解決型の学習を取り入れた数値解析における高大接続カリキュラムの在り方，物理教育 **60**, 4, 237-242（2018）。
- [4] 平成 28 年度 工学分野における理工系人材育成の在り方に関する調査研究 一未来の産業創造・社会変革に対応した工学系教育の在り方に関する調査研究一 調査報告書，p.12，平成 29 年 3 月，東京大学。
- [5] 日本学術会議 機械工学委員会 機械工学分野の参照基準検討分科会，大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準機械工学分野，2013 年 8 月 19 日。
- [6] 内野泰伸，亀谷恭子，六人部隆夫，近藤雄基，吉田一郎，相原建人，平野元久，KH Coder を用いた PBL 授業自由記述感想文の計量テキスト分析（機械工学科 PBL 授業改善の取り組み），法政大学情報メディア教育センター研究報告 Vol.34（2018）（投稿中）。
- [7] 「工学分野における理工系人材育成の在り方に関する調査研究」調査結果（資料）千葉大学，2017/3/10。
- [8] 山川聡子，山田和明，横田祥，正課内外におけるゴム動力車プロジェクトの実施と正果，設計工学 Vol.53, No.10, 707-711（2018）。
- [9] 濱根洋人，見崎大悟，羽田靖史，桐山善守，高信英明，鈴木健司，大石久己，工学院大学機械システム工学科における PBL 教育（機械システム基礎演習とメカトロニクス演習），設計工学 Vol.53, No.10（2018）712-716。
- [10] 大高敏男，平野利幸，本田康裕，児玉知明，国士館大学における PBL 教育の課題と教育的効果について，設計工学 Vol.53, No.10 724-730（2018）。
- [11] 長坂保美，3D-CAD プロダクトデザインコンテストによる教育的効果，設計工学 Vol.53, No.10, 737-743（2018）。
- [12] 樋口耕一，計量テキスト分析の提案と必要なソフトウェアの開発，ソシオロジ，**55**, 3, 102-108（2011）。
- [13] Speechnotes: Speech to Text Online Notepad (<https://speechnotes.co/>)
- [14] KH Coder: 計量テキスト分析・テキストマイニングのためのソフトウェア (<http://khcoder.net/>)。
- [15] 樋口耕一，KH Coder 3 リファレンス・マニュアル，2018/11/28。